

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-083281  
(43)Date of publication of application : 28.03.1997

1)Int.Cl. H03H 3/02  
H03H 9/19

(1)Application number : 07-233551  
(2)Date of filing : 12.09.1995

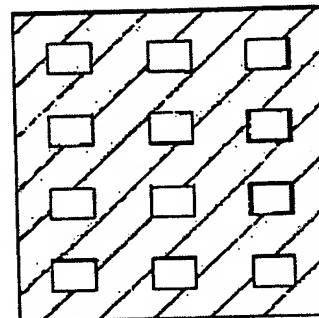
(71)Applicant : MEIDENSHA CORP  
(72)Inventor : TANAKA MASAKO  
UGAJIN TAKAYUKI  
TAMURA TATSUTOSHI

## 4) MANUFACTURE OF CRYSTAL VIBRATOR

## 7)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To attain a thin thickness by using a mask member with high immunity against a plasma of a fluoride gas and suitable for reactive ion etching so as to apply etching to a crystal substrate.

SOLUTION: A crystal vibrator/filter made of an AT-cut crystal or the like having a high frequency fundamental wave is manufactured by thin processing by parallel flat plate type reactive ion etching. The hatched portion indicates a region of the surface of the crystal substrate masked by a mask. A mask material using Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> or Ni as the major component is referred to form windows for a thin substrate. Since the material Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> has sufficient etching immunity in the case of reactive ion etching, the material is useful when the tolerance of processing precision up to  $\pm 10\mu$ m is allowed. When a high etching speed is adopted or high processing precision of  $\pm 2\mu$ m is a requirement, a thin film whose major component is Ni is preferred. A sufficient immunity for etching a crystal substrate of  $10\mu$ m is warranted by a material Ni or chromium.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

# BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-83281

(43) 公開日 平成9年(1997)3月28日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 3 H 3/02			H 0 3 H 3/02	B
9/19			9/19	A

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号	特願平7-233551	(71) 出願人	000006105 株式会社明電舎 東京都品川区大崎2丁目1番17号
(22) 出願日	平成7年(1995)9月12日	(72) 発明者	田中 雅子 東京都品川区大崎2丁目1番17号 株式会 社明電舎内
		(72) 発明者	宇賀神 孝行 東京都品川区大崎2丁目1番17号 株式会 社明電舎内
		(72) 発明者	田村 達利 東京都品川区大崎2丁目1番17号 株式会 社明電舎内
		(74) 代理人	弁理士 志賀 富士弥 (外1名)

(54) 【発明の名称】 水晶振動子の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 弗化ガスのプラズマに耐性が高く、リアクティブイオンエッチングに適したマスク材を提供することを目的とする。

【解決手段】 水晶基板をマスクングして平行平板型のリアクティブイオンエッチングを行う水晶基板の薄板化処理工程を有する水晶振動子の製造方法において、水晶基板のマスク材  $Al_2O_3$  または  $Ni$  のいずれかを主成分とするマスクを用いる。好ましくは、このマスク材として、 $Ni$  含有量が80%以上のニクロムを用いる。

(2)

特開平9-83281

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 水晶基板をマスキングして平行平板型のリアクティブイオンエッチングを行う水晶基板の薄板化処理工程を有する水晶振動子の製造方法において、前記水晶基板のマスキング材は、 $Al_2O_3$ または $Ni$ のいずれかを主成分とすることを特徴とする水晶振動子の製造方法。

【請求項2】 前記マスキング材は、 $Ni$ 含有量が80%以上のニクロムであることを特徴とする請求項1記載の水晶振動子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、水晶振動子の製造方法に関し、特に、リアクティブイオンエッチング法による水晶振動子製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、代表的な圧電結晶として知られる水晶は、水熱合成法により人工的に大量生産されており、その特性を利用した製品が種々の分野で利用されている。

【0003】例えば、水晶の薄板に電極を付けて電圧を印加すると、水晶の圧電効果によって結晶振動が励起されるという特性を利用した製品として水晶振動子が挙げられる。

【0004】水晶振動子（フィルターとして用いる場合も含む）の高周波化、小型化、高精度化、高安定化に伴い水晶振動子の製造を半導体の製造工程であるフォトリソグラフィ・エッチングを用いる方法が盛んに行われるようになっていくのは、従来のブレードソーやワイヤーソーによる結晶の機械的切断に代わって、任意の形状のマスクを用いてフォトリソ加工し、不要の結晶部分をウェットエッチングにて溶解除去する方法である。

【0005】特に、AT基板による水晶振動子は、温度特性が広い範囲で安定していて需要が高い厚み滑り振動を用いているので、高周波化に対応するためには極薄加工を必要とする。

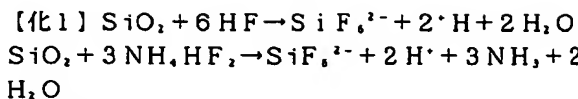
【0006】機械加工により水晶を薄板化する場合、取り扱いの関係上薄板化には限界があり、強度上の問題も生じる。しかし、振動部分のみをエッチングにより薄板化すれば100MHz以上の高周波を基本波で得ることも可能である。

【0007】このような加工方法は、加工精度が従来の機械加工に比べて優れ、任意の形状のマスクに従って加工ができ、また、薄板化エッチングによって高周波を基本波として得ることができる等の点で有利である。

【0008】この際用いられるウェットエッチング溶液としては、一般には弗酸（HF）や重弗化アンモン（ $NH_4HF_2$ ）の水溶液が用いられている。これらと水晶とのエッチング反応を以下に示す。

【0009】

2



これらの酸は強酸である上、温度も高温（40℃以上）にて処理するためレジスト等の剥離現象が起きてしまうおそれがある。

【0010】そこで、現在は、安定な金属マスクを併用した2段抜き加工が採用されている。この加工方法は、水晶基板をフォトリソ技術により加工するものである。そのパート図を図1に示す。この図に示されるように、エッチングによる薄板化・小割加工の工程では、レジストに微細加工を施してその形で金の蒸着マスクを加工し、その金の蒸着マスクを用いて本体の水晶基板を加工するという二段プロセスが行われている。

【0011】現在の水晶振動子の製造工程に於いては、化学的研磨工程を経る場合だけでなく、機械研磨工程に於いても、最終仕上げに弗酸による工程が採用されており、水晶のウェットエッチングは欠かせない物となっている。

【0012】しかし、ATカット水晶でウェットエッチングを行う場合、エッチング速度は結晶軸に依存し、Z軸に沿った方向に早くエッチングが進んでしまう従って、図2に示されるように、仕上がり表面に凹凸が生じてしまう。また、同じ理由から、振動面の輪郭に当たる部分でも異方性によって側壁部が斜めになってしまい、寸法通りの加工ができないという欠点がある。

【0013】一方、仕上がり表面粗さに付いては振動子として試作・評価した場合、表面粗さが小さければ小さいほど等価直列抵抗（以下Ciと呼ぶ。）が低く損失の少ない振動子が得られることが知られている。従って、加工時に歪などが入らなければ、鏡面加工仕上げをした物が最も望ましい。

【0014】しかし、機械研磨では鏡面仕上げを行うことも可能であるが、ウェットエッチングを用いた薄板化の方法では、先に述べたエッチング異方性のために鏡面或はそれに近い表面状態を得る事は難しい。

【0015】そこで、例えば、反応性ガスをを用いたドライエッチングによる水晶の薄板化加工法が用いられている。本方法に従えば、エッチングに結晶軸依存性の無い（異方性の無い）加工が可能になり、エッチング形状の精度が上がる上にエッチング表面の仕上がり粗さもコントロールすることができる。

【0016】従来のSi半導体における熱酸化膜をドライエッチングによって除去するには、一般にはフロン系のガスや $SF_6$ ガス等が使われる。しかし、従来のエッチングでは、その厚くても1～3μm程度の膜厚であり、しかも酸化膜を除去するのが目的であるため、本方法における水晶の結晶を上限で70μmも深くエッチングするのでは状況が異なる。

【0017】例えば、酸化膜エッチングを行う場合は、

(3)

特開平9-83281

3

ドライエッチングに用いるマスクとして、フォトリソグラフィに用いるレジストがそのまま応用される場合が多い。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】しかし、エッチング速度は材料により異なっており、レジストと $\text{SiO}_2$ では、レジストの方がエッチングされやすい。このため、 $\text{SiO}_2$ をエッチングする際には $\text{SiO}_2$ 膜厚の約3倍程度のレジスト厚が必要となってしまう。

【0019】従って、水晶を深くエッチングする際には、レジスト膜厚を非常に厚くしなければならないが、レジスト膜厚を厚くするとフォトリソグラフィの露光程度が落ちてしまう。従って、水晶を深くエッチングする場合には、他のマスク材を採用する必要がある。

【0020】本発明は上記背景の下になされたものであり、弗化ガスのプラズマに耐性が高く、リアクティブイオンエッチングに適したマスク材を提供することを目的とする。

【0021】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明は、水晶基板をマスクングして平行平板型のリアクティブイオンエッチングを行う水晶基板の薄板化処理工程を有する水晶振動子の製造方法において、前記水晶基板のマスク材は、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ またはNiのいずれかを主成分とすることを特徴とする。

【0022】また、前記マスク材として、Ni含有量が80%以上のニクロムを用いる。

【0023】以下、本発明をさらに詳細に説明する。ATカット水晶等の高周波基本波を有する水晶振動子・フィルターは、平行平板型のリアクティブイオンエッチングによる薄板化加工によって製造することが可能である。

【0024】薄板用の窓を形成するマスク材としては、\*

試験例	マスク材	水晶エッチング深さ	マスク材エッチング量	選択比	条件
1	$\text{Al}_2\text{O}_3$	11.4 $\mu\text{m}$	~0.11 $\mu\text{m}$	100	I
2	$\text{Al}_2\text{O}_3$	3.6 $\mu\text{m}$	~0.04 $\mu\text{m}$	100	II
3	Cr/Au	11.3 $\mu\text{m}$	>0.5 $\mu\text{m}$	<23	I
4	Cr	10.2 $\mu\text{m}$	>0.5 $\mu\text{m}$	<20	I
5	Ni	12.4 $\mu\text{m}$	0.30 $\mu\text{m}$	41	I
6	ニクロム (Ni90-Cr10)	12.6 $\mu\text{m}$	0.32 $\mu\text{m}$	39	I
7	ニクロム (Ni80-Cr20)	12.1 $\mu\text{m}$	0.35 $\mu\text{m}$	35	I

また、条件I、IIにおけるドライエッチング条件の詳細をそれぞれ表2、表3に示す。

【0031】

【表2】ドライエッチング条件 I

エッチングガス  $\text{SF}_6$ , 2.5 sccm +  $\text{O}_2$ , 2.5 sccm  
エッチング時圧力 5.0 mmTorr  
RF入力 200 W

4

\*  $\text{Al}_2\text{O}_3$ またはNiを主成分とすることが好ましい。特に、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ は、リアクティブイオンエッチングを行う際に十分なエッチング耐性を有していることから、マスクとして好適である。特に、水晶のエッチング速度が3000 Å以下で、加工精度が $\pm 10 \mu\text{m}$ 迄許容できるときは、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ を用いることが好ましい。

【0025】しかし、水晶のエッチング速度が大きくなると、熱歪みによって $\text{Al}_2\text{O}_3$ マスクに亀裂が入るおそれがある。また、 $\pm 2 \mu\text{m}$ 程度の高い加工精度が要求される場合には、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ はあまり適さない。このような場合には、Niを主成分とする薄膜を用いることが好ましい。Niを主成分とする薄膜をマスクとして用いた場合でも、十分なエッチング耐性が得られる。

【0026】好ましくは、上記マスクとして、Ni単体またはNi含有量80%以上のニクロムを用いる。

【0027】

【発明の実施の形態】以下、図面を用いて本発明の実施の形態を詳細に説明する。

【0028】本実施例に於いては、ウェットエッチングによりATカット水晶の表面をエッチングして振動子及びフィルターを製作する工程に代えて、RIE(Reactive Ion Etching)によるプラズマ処理で水晶の薄板化を行うドライエッチング方法を行った。この際、深いエッチングを行うことが可能となるマスク材を選定した。

【0029】表1に、ATカット基板をドライエッチングにて薄板化する試験を行い、各試験例で用いたマスク材とその耐性を示す。この表に示されるように、各試験例においては、それぞれ $\text{Al}_2\text{O}_3$ のテンプレート、Cr/Auの積層膜、Cr膜、Ni膜、ニクロム(Ni80-Cr20及びNi90-Cr10)膜をマスク材として使用した。

【0030】

【表1】

ピーク電圧 2000 V  
自己バイアス電圧 950 V  
エッチング時間 1 hr.

【0032】

【表3】ドライエッチング条件 II ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ のテンプレートのみ)

エッチングガス  $\text{SF}_6$ , 2.5 sccm +  $\text{O}_2$ , 2.5 sccm

(4)

特開平9-83281

5

エッチング時圧力 115mmTorr  
RF入力 400W  
ピーク電圧 2600V  
自己バイアス電圧 1250V  
エッチング時間 10min.

なお、 $Al_2O_3$ のテンプレートは、厚み0.5mmでレーザー加工したものを採用し、Cr/Auの積層膜、Cr膜、Ni膜、ニクロム膜は電子ビーム蒸着により5000Åの厚みで成膜した。

【0033】図3にマスクの概略説明図を示す。この図において、斜線部は、水晶表面をマスクで覆った領域を示す。エッチング条件は以下に示す通りとして、実験終了後の試料の水晶基板むき出し部分の周波数から水晶のエッチング深さを算出し、金属膜厚のエッチング深さをSEM写真により測定した。

【0034】上述のように、マスク材は水晶に比較してエッチング耐性が高いことが好ましい。そこで、マスク材のエッチング深さに対する水晶のエッチング深さの比を選択比として定義して表1に併せて示し、選択比の大きい材料ほどマスクに適していると判断した。

【0035】 $Al_2O_3$ のテンプレートは200Wでエッチングした時には優れた耐性を示した。しかし、400WのRF電力を投入したときには熱歪により10min後にマスク自身に亀裂が入った。更にレーザー加工による精度はフォトリソグラフィによる形状の精度に比較して\*

6

\* 1/5程度に劣る事が判った。

【0036】次に、Cr/Auの積層膜、Cr膜を用いた結果、表中に示すとおり、エッチング速度の選択比が小さく、上記実験の後には金属マスク材はエッチングされており、水晶が露出してしまっていた。

【0037】一方、Ni、ニクロムをマスクとしたエッチング実験では、両者はエッチングマスクとして十分に耐性があり、水晶のエッチング深さに対して金属膜は残存していた。SEM写真によって、残ったマスクの厚みを測定したところ、エッチングされた金属マスク厚は0.3~0.35μmであった。

【0038】以上の結果をから、水晶を70μmエッチングするために必要な金属マスクの膜厚は、Cr/AuやCrでは3.5μm以上、Ni、ニクロムでは1.7~2.0μm以上と推定できる。

【0039】しかし、Au、Cr、Ni、ニクロム等の金属は、水晶基板上ではコンプレッションが生じ、経験上2.5μm以上の成膜では基板からの剥離現象が起きてしまう。従って水晶70μmをエッチングするのに充分耐性があり、しかも剥離を起こさない程度の厚みを持つ金属マスクとしては、Ni、ニクロムが最適である。

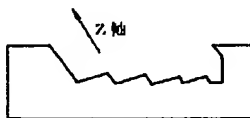
【図面の簡単な説明】

【図1】水晶振動子の製造工程の説明図。

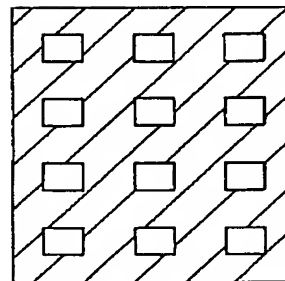
【図2】水晶の異方性の説明図。

【図3】水晶マスクングの説明図。

【図2】



【図3】



(5)

特開平9-83281

【図1】

